

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-308970

(43)Date of publication of application : 16.12.1988

(51)Int.Cl.

H01L 31/08

(21)Application number : 62-146097

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 11.06.1987

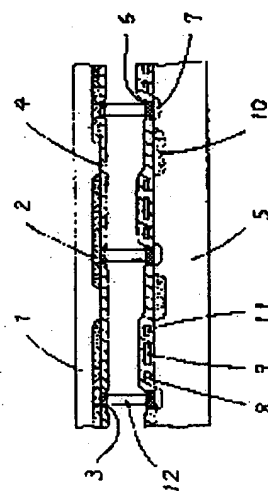
(72)Inventor : ISHIZUYA TORU

## (54) HYBRID TYPE INFRARED DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To maintain high reliability even when the number of picture elements is increased by using a second semiconductor substrate having a thermal expansion coefficient equal to or approximately equal to that of a first semiconductor substrate.

CONSTITUTION: When infrared rays are projected as shown in the arrow, infrared rays having 3-5 $\mu$ m bands are photoelectric-converted in an N-type diffusion region 10 formed to an InSb substrate, and infrared rays having 8-14 $\mu$ m bands are transmitted through the substrate 5 as they are, and photoelectric-converted in an N-type diffusion region 2 shaped to an HgCdTe substrate 1. Signal charges photoelectric-converted by a CCD (a charge coupled device) electrode 9 are transferred by properly turning a first transfer gate 8 and a second transfer gate 11 ON at every one side, thus acquiring an infrared picture by both wave bands of 3-5 $\mu$ m bands and 8-14 $\mu$ m bands from a single hybrid type infrared solid-state image sensing device. Since the difference of the thermal expansion coefficients of the substrate 1 and the substrate 5 is brought to zero or approximately zero, no strain is generated even then the title device receives heat history between room temperature and the temperature of liquid nitrogen, thus maintaining reliability even when density and the number of picture elements are increased.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭63-308970

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)12月16日

H 01 L 31/08

B-6851-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 ハイブリッド型赤外線検出装置

⑮ 特 願 昭62-146097

⑯ 出 願 昭62(1987)6月11日

⑰ 発 明 者 石 津 谷 徹 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内

⑱ 出 願 人 株 式 会 社 ニ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑲ 代 理 人 弁 理 士 渡 辺 隆 男

#### 明 細 書

##### 1. 発明の名称

ハイブリッド型赤外線検出装置

##### 2. 特許請求の範囲

(1). 赤外線受光部を備えた第1半導体基板と、前記受光部からの電気信号を処理する処理回路を備えた第2半導体基板とを重ね合わせて接合し、かつ前記受光部と処理回路とを電気的に連結してなるハイブリッド型赤外線検出装置において、

第1半導体基板と熱膨張率が等しいか又はほぼ等しい第2半導体基板を用いたことを特徴とする装置。

(2). 前記第1半導体基板がHgCdTeで、第2半導体がInSbであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のハイブリッド型赤外線検出装置。

(3). 前記第2半導体基板に前記受光部とは波長感度の異なる第2の受光部を設け、これを前記処理回路と電気的に連結させたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のハイブリッド型赤外線

検出装置。

##### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、赤外線を検出する、0次元、一次元あるいは二次元のハイブリッド型赤外線検出装置に関するものである。特に本発明は、赤外線固体撮像装置に有用な検出装置に関する。

(従来の技術)

波長が $0.8\mu\text{m}$ 以上の赤外線のうち、 $3\sim 5\mu\text{m}$ 並びに $8\sim 14\mu\text{m}$ のいわゆる“大気窓”領域に感度を有する半導体基板としては、InSb、InAsSb、HgCdTe、PbSnTe等が広く知られている。上記半導体基板を用いた赤外線検出装置は、検出感度が高く、又、動作温度としても液体窒素等の利用により容易に達成できる77Kで充分であるため非常に注目され、今日では、一次元あるいは二次元の赤外線固体撮像装置(以下、IRCTDと称す)が試作されるに至った。

例えば、 $3\sim 5\mu\text{m}$ 帯の赤外線に感度を有する

InSbを利用したIRCTDとしては、光電変換を行う受光部と、該受光部で発生した信号電荷を読み出すための電荷転送部と共に同一半導体基板上に設置してなるモノリシック型IRCTDを中心に開発が行なわれており、既に、10000以上の画素数からなるInSbモノリシック型IRCTDが実現されている。それに対し、8~14 $\mu$ mの赤外線に感度を有するHgCdTeを利用したIRCTDとしては、光電変換を行う受光部と、該受光部で発生した信号電荷を読み出すための電荷転送部とを、それぞれ異なる半導体基板上に設置し、さらに両半導体基板を互いに接続してなるハイブリッド型IRCTDを中心に開発が行なわれているが、未だ、高密度化されたHgCdTeハイブリッド型IRCTDは実現されておらず、その画素数はせいぜい4000程度である。

尚、上述したモノリシック型IRCTDもしくはハイブリッド型IRCTDを用いて、より高画質の赤外線画像を得るためには、まず、空間分解能を向上させるために画素数を増加させることが

重要であるが、その他、目標物体を識別する能力を高めるために、単一のIRCTDが互いに異なる波長帯の赤外線を検知できるようにすることが望ましい。

ここで、8~14 $\mu$ m帯の赤外線に感度を有する半導体材料として知られるHgCdTeを利用したIRCTDについてさらに詳しく説明する。まず、HgCdTeモノリシック型IRCTDは、受光部と電荷転送部とが共にHgCdTe基板上に設置されてなるが、このことは、該HgCdTe基板上に電荷転送装置(以下、CCDと称す)等の信号読み出し装置を作製する必要があることを意味する。しかしながら、高性能なCCDの製作のために不可欠な技術要素である「良好な界面特性を呈する絶縁膜形成技術」が未だ確立しておらず、従って、画素数の増加などはとても達成し得ない状況である。さらには、8~14 $\mu$ m帯の赤外線検出基板としてのHgCdTeはバンドギャップが0.1eV程度と非常に小さいため、CCDのポテンシャルウェルに蓄積できる電荷量は

大変少なくなってしまう、該HgCdTe基板上にCCDを形成することは原理的に困難である、といった問題を抱えている。

そこで、8~14 $\mu$ m帯の赤外線検出基板としてのHgCdTe基板上に光電変換を行う受光部を形成し、該受光部で発生した信号電荷を読み出すための電荷転送装置としてはSi基板CCDを使用し、上記HgCdTe基板とCCDが形成されたSi基板とを上下に重ね合わせて接合し、受光部と処理回路(CCD)とを電気的に接続して一体化とした「ハイブリッド型IRCTD」なるものが提案された。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、該ハイブリッド型IRCTDは、電荷転送装置としてSi-CCDを使用するため、高性能な信号読み出し装置を容易に実現することが可能であるが、一方で、HgCdTe基板とSi基板との接続部の信頼性が低く、詳しく言い換えば、HgCdTe基板と、Si基板との間に存在する熱膨張係数の差異により、上述したハイ

ブリッド型IRCTDが室温と液体窒素温度との間で熱履歴を受けると、接続部に亀裂が入ったり、若しくは剥離する、といった問題点を引き起こしていた。

上述の問題点(現象)を、以下図面を用いて詳しく説明する。第2図(A)は、従来のHgCdTeハイブリッド型IRCTDの一例で部分断面図であり、簡単のために、該ハイブリッド型IRCTDの左右両端の画素周辺部のみを示した。

第2図(A)において、P型HgCdTe基板21には、受光部となるn型拡散領域22、該受光部で発生した信号電荷を外へ取り出すための金属パッド23、絶縁膜24がそれぞれ形成されている。一方、P型Si基板25には、信号電荷を受け取るための金属パッド26及び入力ダイオード27、さらに受け取った信号電荷をCCDへ送るためのトランスファークゲート28、電荷転送を行うCCD電極29がそれぞれ形成されている。そして、前記P型HgCdTe基板21とP型Si基板25とを金属バンプ30により接続す

ることにより、第2図(A)のごとくハイブリッド型IRCTDが得られる。尚、上述した接続装は通常室温にて行なわれる。

それに対し、IRCTDを実際に動作させる場合は液体窒素等の利用による装置冷却が不可欠であり、該IRCTDの温度は77K程度となるが、ここで、第2図(B)を用いて、第2図(A)に示したハイブリッド型IRCTDが冷却された時の状態を図示した。冷却により、HgCdTe基板21及びSi基板25は共に収縮するが、HgCdTe基板21の熱膨張係数はSiの熱膨張係数より極めて大であるため、HgCdTe基板21の縮小量はSi基板25に比べてはるかに大きい。従って、ハイブリッド型IRCTDの特に金属パンプの部分に歪が集中し、例えば、金属パンプは30aのごとく変形してしまう。さらに、検出装置の使用をやめ一旦室温に戻し、再び冷却して使用する、といったことを繰り返していけば、ついに金属パイプは30bのごとく亀裂が入ったり、もしくは30cのように剥離する、といっ

上げる程、画素寸法に対する歪の量の割合aは増大し、その結果、ハイブリッド型IRCTDの接続部における欠陥発生率が増加するため、信頼性の高い、画素数を増加させたハイブリッド型IRCTDの実現は非常に困難なものであった。

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、すなわち、より高画質の赤外線画像を得るために、画素数を増加させても高い信頼性が維持できるのみならず、さらには、場合により、異なる波長帯の赤外線を同時に検出できる、全く新規なハイブリッド型IRCTDを提供せんとするものである。

(問題点を解決する為の手段)

本発明は、受光部を設けた第1半導体基板例えば、HgCdTeと等しいか又ははるかに等しい熱膨張率を有する第2半導体基板例えば、InSbを用いたハイブリッド型赤外線検出装置を提供する。

(作用)

本発明によれば、第1半導体基板と第2半導体基板との熱膨張係数の差異、すなわち、前述の(1)

た現象を引き起こす。以上の現象は、すなわち画素欠陥を意味し、ハイブリッド型IRCTDによって得られる画像が大幅に劣化する不都合を生じていた。

次に、上述したハイブリッド型IRCTDを用い、より高画質の赤外線画像を得るために画素数を増加させた場合における、該ハイブリッド型IRCTDの一画素が受ける歪について考察する。例えば、画素数mのハイブリッド型IRCTDの両端部の画素における、画素寸法に対する歪の量の割合をaとすると、

$$a = \frac{1}{2} \cdot |\alpha - \beta| \cdot \Delta T \cdot m \cdots (1)$$

にて与えられる。ただし、 $|\alpha - \beta|$ はハイブリッド型IRCTDを構成する第1及び第2の半導体基板の熱膨張係数の差異、 $\Delta T$ はハイブリッド型IRCTDが受ける温度差である。よって、上記(1)式から明白であるとうり、従来のハイブリッド型IRCTDでは、高画質の赤外線画像を得るために画素を微細化し、画素数mを上げれば

式における $|\alpha - \beta|$ の値は0又はほぼ0に等しくなる。従って、本発明によるハイブリッド型IRCTDでは、画素数を増大させても歪はほとんど発生せず、ゆえに、画素数を増大させても十分な信頼性を維持することが可能なハイブリッド型IRCTDを実現できる。

第1半導体基板として有用なHgCdTe基板は8~14 $\mu$ m帯の赤外線の感度を有する。一方、第2半導体基板として有用なInSb基板は3~5 $\mu$ m帯の赤外線に感度を有するのみならず、InSb基板には高性能な信号読み出し回路が作製可能である。そこで、場合により、該HgCdTe・InSb両半導体基板に共に光電変換を行う受光部を設け、受光部で発生した信号電荷をInSb基板上に作製したCCD等で読み出せば、3~5 $\mu$ m帯及び8~14 $\mu$ m帯の2つの波長帯の赤外線を同時に検出できるハイブリッド型IRCTDを実現できる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を図面を用いて説明す

る。第1図は、本発明の構成によるハイブリッド型IRCTDの一実施例の部分断面図で、第1半導体基板であるP型HgCdTe基板1には、第1の受光部となるn型拡散領域2、接受光部で発生した信号電荷を外部へ取り出すための金属パッド3、絶縁膜4がそれぞれ形成されている。

一方、第2半導体基板であるP型InSb基板5には、外部からの信号電荷を受け取るための金属パッド6及び入力ダイオード7、受け取った信号電荷をCCDを送るための第1のトランスファークローク8、電荷転送を行うCCD電極9の他、第2の受光部となるn型拡散領域10、該受光部で発生した信号電荷をCCDへ送るための第2のトランスファークローク11が形成されている。そして、前記HgCdTe基板1とInSb基板5とを金属バンパ12にて接続することにより、ハイブリッド型IRCTDが構成される。

上述のハイブリッド型IRCTDに、第1図で矢印にて示したごとく赤外線を入射させれば、3～5 $\mu$ m帯の赤外線はInSb基板5に形成され

たn型拡散領域10で光電変換される一方、8～14 $\mu$ m帯の赤外線はInSb基板5はそのまま透過し、HgCdTe基板1に形成されたn型拡散領域2で光電変換される。そして、第1のトランスファークローク8及び第2のトランスファークローク11を片方ずつ適宜オンすることにより、CCD電極9にて光電変換された信号電荷を転送すれば、結局、本実施例による単一のハイブリッド型IRCTDから、3～5 $\mu$ m帯と8～14 $\mu$ m帯の両波長帯による赤外線画像を得ることが可能となる。

又、本発明によるハイブリッド型IRCTDでは、HgCdTe基板1とInSb基板5の熱膨張係数の差異は0又はほぼ0であるため、該ハイブリッド型IRCTDが室温と液体窒素温度との間で熱履歴を受けても歪は発生せず、従って、高密度化し画素数を増加させても十分な信頼性を維持することが可能となる。

以上の実施例においては、説明の便宜上、HgCdTe基板1とInSb基板5とを金属バンパ

12を用いて接続したが、この接続方法は特に限定されるものではない。又、信号読み出し装置においてもCCDの他、電荷注入装置(CID)、チャージ・イメージング・マトリックス(CIM)等を用いても、本発明の効果が同様によく適用して得ることは明らかである。

#### (発明の効果)

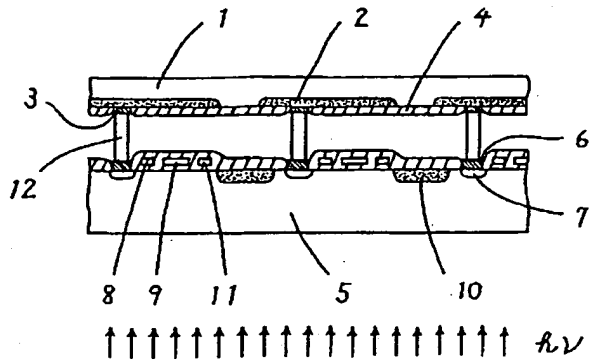
以上に説明したように、本発明によれば、画素数を増大させても高い信頼性が確保できる。しかも、異なる波長帯の赤外線感度を有する受光部を第1、第2基板に設ければ、2つの波長を同時に検出できる赤外線検出装置を簡単な構成にて提供することが可能となり、サーマルイメージングカメラへの応用や実用上多大な効果が期待できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

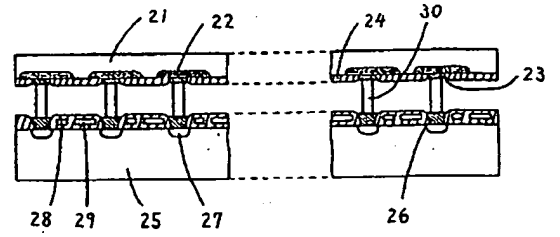
第1図は、本発明による赤外線検出装置の一実施例の部分断面図、第2図(A)は、従来のハイブリッド型IRCTDの一例の部分断面図、第2図(B)は、第2図(A)のハイブリッド型IRCTDを冷却した場合の部分断面図である。

#### (主要部分の符号の説明)

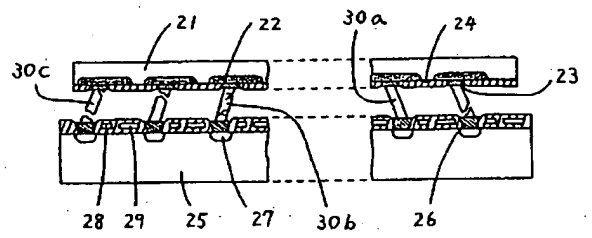
- 1、21…P型HgCdTe基板(第1半導体基板)
- 2、22…n型拡散領域
- 3、23…金属パッド
- 4、24…絶縁膜
- 5…P型InSb基板(第2半導体基板)
- 25…P型Si基板
- 6、26…金属パッド
- 7、27…入力ダイオード
- 8…第1のトランスファークローク
- 28…トランスファークローク
- 9、29…CCD電極
- 10…n型拡散領域
- 11…第2のトランスファークローク
- 12、30…金属バンパ
- 30a…変形した金属バンパ
- 30b…亀裂の入った金属バンパ
- 30c…割離した金属バンパ



第1図



(A)



(B)

第2図